

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2000/2001

September/Oktober 2000

**CPS201/CSY201 – Reka Bentuk Logik Berdigit**

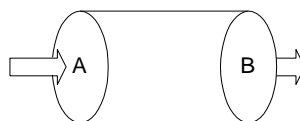
Masa: [3 jam]

---

**ARAHAN KEPADA CALON:**

- Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LIMA** soalan di dalam **TUJUH** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.
  - Jawab mana-mana **EMPAT (4)** soalan. Setiap soalan bernilai **25** markah untuk jumlah maksimum **100** markah.
  - Peperiksaan ini akan dijalankan secara 'Open Book'.
  - Anda boleh membawa masuk dan menggunakan nota atas dua helai kertas A4. Semua nota dan rujukan lain tidak boleh dibawa masuk ke dalam dewan peperiksaan.
  - Jawab **SEMUA** soalan dalam Bahasa Malaysia.
-

1. (a) Bangunkan komponen HA menggunakan blok binaan SSI dan FA menggunakan HA. Jelaskan bagaimana fungsi Boolean HA dan FA boleh diimplemenkan dalam setiap kes. (4 markah)
- (b) Anda dikehendaki mereka bentuk logik gabungan bagi pendarab  $2 \times 2$  yang menjanakan  $P = \pi(A, B)$ ; dengan input 2-bit A dan B, dan output 4-bit P. Gunakan blok HA dan FA untuk mendapatkan penyelesaian terminimum bagi semua bit output  $P = (P_i)$  bagi  $i = 3 \dots 0$ . (4 markah)
- (c) Pendarab  $4 \times 4$  boleh dibina menggunakan empat pendarab  $2 \times 2$  sebagai blok fungsian asas. Janakan jadual hasil darab separa untuk menunjukkan bagaimana output blok-blok tersebut iaitu P, Q, R and S boleh digabungkan untuk menghasilkan output  $T = (T_i)$  bagi  $i = 7 \dots 0$ . Nyatakan semua input 2-bit—dari  $A = (A_k)$  and  $B = (B_k)$  untuk  $i = 3 \dots 0$ —bagi setiap blok pendarab  $2 \times 2$ . (6 markah)
- (d) Dua daripada hasil darab separa dari bahagian (b) boleh digabungkan untuk membentuk hanya satu hasil darab separa 5-bit  $C = (C_i)$  untuk  $i = 4 \dots 0$ . Nyatakan dua hasil darab separa tersebut, dan seterusnya lakarkan litar gabungan yang diperlukan untuk menjanakan C. (5 markah)
- (e) Hasil daripada operasi yang ditakrifkan di bahagian (c) boleh digabungkan dengan dua lagi hasil darab separa dari bahagian (b) untuk menjanakan hasil darab muktamad T. Lakarkan litar gabungan yang diperlukan, dengan hanya menggunakan satu blok HA ataupun satu blok FA untuk setiap bit  $T_i$ . (6 markah)
2. (a) Anda dikehendaki membangunkan sistem pengawal bagi sesuatu laluan bawah-tanah. Laluan ini hanya boleh digunakan dalam satu hala sahaja (iaitu masuk melalui A dan keluar melalui B). Penderia (sensor) yang ditempatkan di A dan B akan menjadi aktif (nilai Boolean 1) bila terdapat pergerakan melalui pintu masing-masing. Keadaan lalai (default) bagi kedua-dua pintu adalah dalam keadaan terbuka, dengan penutupan pintu bila berlakunya keadaan tertentu.



Litar pengawal dikehendaki mengira bilangan orang yang berada di ruang antara A dan B. Anda boleh mengandaikan bahawa laluan tersebut hanya membenarkan seorang melalui pintunya pada bila-bila masa, dan juga mekanisme sedia-semula (reset) penerima yang menghalang output (yang disebabkan oleh satu orang) dari tetap aktif untuk lebih daripada satu kitaran jam. Sistem tersebut juga patut mengaktifkan output X 1-bit—yang ditugaskan untuk mencetuskan penutupan pintu A—bila terdapat 5 orang dalam ruang A-ke-B. Laluan akan terbuka semula setelah berlakunya pengurangan dalam bilangan orang dalam ruang A-ke-B.

Lakarkan gambar rajah keadaan bagi semua kombinasi input AB. Reka bentuk anda patut menggunakan bilangan keadaan yang terminimum.

(6 markah)

- (b) Berikan jadual keadaan bagi mesin di atas, dan tambahkan jadual cetusan untuk input FF pilihan anda. Gunakan FF yang akan menghasilkan implementasi perkakasan yang paling ringkas. Seterusnya ringkaskan fungsi-fungsi Boolean yang perlu dibekalkan kepada input FF dalam reka bentuk anda.

(6 markah)

- (c) Lakarkan gambar rajah logik bagi reka bentuk yang terhasil. Gunakan FF pilihan anda, dan perkakasan tambahan SSI dan MSI. Pastikan bahawa terdapat sambungan untuk output X iaitu isyarat untuk menutup pintu A.

(4 markah)

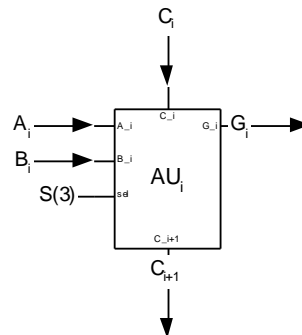
- (d) Anda juga dikehendaki mengimplemen output Y bagi tujuan menutup pintu B. Output ini patut diaktifkan bila terdapat kurang daripada 3 orang dalam ruang A-ke-B. Janakan jadual keadaan, dan ringkaskan fungsi Boolean untuk output Y. Kemudian ubahsuaikan gambar rajah logik di bahagian (c).

(5 markah)

- (e) Apakah akan terjadi jika mesin reka bentuk anda berada dalam salah satu daripada keadaan tak-tersenarai? Lakukan analisis yang diperlukan, kemudian ubahsuaikan gambar rajah keadaan di bahagian (a). Bolehkan mesin anda dianggap sebagai swa-betul (self-correcting)? Kalau tidak, cadangkan suatu penyelesaian kepada masalah ini.

(4 markah)

3. (a) Sediakan reka bentuk peringkat (stage) ke-i untuk satu Unit Aritmetik (AU) dengan input sistem 1-bit ( $A_i$ ,  $B_i$ ) dan output  $G_i$ . Bit bawaan (carry)  $C_i$  adalah isyarat perantaraan yang membolehkan penyambungan antara-peringkat AU; dan  $S$  pula adalah input kawalan 3-bit yang digunakan untuk memilih antara operasi campur, tolak dan sebagainya.



Gunakan komponen SSI dan MSI yang bersesuaian, dan tunjukkan semua sambungan data dan kawalan kepada persekitaran luar. Huraikan semua operasi aritmetik berkaitan dengan kombinasi input kawalan.

(5 markah)

- (b) Gambar rajah blok di bawah merujuk kepada peringkat ke-i Unit Logik (LU) dan juga penganjak (shifter) gabungan n-bit. Kenapakah LU tidak memerlukan sambungan antara peringkat seperti yang ada dalam AU?



Tunjukkan bagaimana AU (dari bahagian (a)) dan LU boleh digabungkan untuk membentuk ALU multi-peringkat. Seterusnya gunakan pendekatan sedemikian untuk mengabungkan penganjak supaya membentuk Unit Fungsian. Apakah kelebihan-bit bagi perkataan pemilih  $S$  untuk Unit Fungsian yang terhasil?

(5 markah)

- (c) Tunjukkan bagaimana selak (latch) tak-segerak (asynchronous) boleh digunakan untuk membentuk sel ingatan dengan ciri-ciri berikut:
- Talian data dwi-arah n-bit untuk input dan output
  - Input pengaktifan sel 1-bit  $S$
  - Input pemilih fungsi 1-bit  $R/W$

(4 markah)

- (d) Tunjukkan bagaimana tatasusunan (array) sel sedemikian boleh digabungkan untuk membentuk Fail Daftar  $8 \times n$  dengan ciri-ciri berikut:
- Bas data dwi-arah  $n$ -bit untuk perkataan destinasi (input) D dan sumber (output) A
  - Bas data output untuk perkataan sumber B
  - Bas alamat (dengan kelebaran-bit yang bersesuaian) untuk DA/AA dan BA
  - Input pemilih fungsi 1-bit  $\underline{R}/W$

Gunakan komponen SSI dan MSI yang bersesuaian.

(5 markah)

- (e) Tunjukkan bagaiman Unit Fungsian dari bahagian (b) dan Fail Daftar dari bahagian (d) boleh digabungkan untuk membentuk laluan-data (datapath) dengan ciri-ciri berikut:

- Pilihan perkataan Fail Daftar atau operan mod-segera (immediate) untuk B
- Pilihan output Unit Fungsian atau perkataan ingatan luaran untuk D

(6 markah)

4. (a) Aritmetik modular mempunyai ciri-ciri berikut:

$$\sigma(a, b, n_1) = a + b \bmod n_1 = [(a \bmod n_1) + (b \bmod n_1)] \bmod n_1$$

$$\pi(a, b, n_2) = a * b \bmod n_2 = [(a \bmod n_2) * (b \bmod n_2)] \bmod n_2$$

dengan ungkapan kedua digunakan untuk menjanakan hasil darab modular bagi kes  $n_2 = 2^4 + 1 = 11$ . Pemboleh ubah input (a, b) dan output  $\pi$  semuanya adalah pemboleh ubah 4-bit dalam julat  $[0, F]$ , dengan nilai modular  $2^4$  dilambangi sebagai simbol-heks 0. Untuk kes di mana ( $a \neq 0$ ) atau ( $b \neq 0$ ), algoritma berikut boleh digunakan:

```

if (a ≠ 0) then (p = a) else (p = 10)  /* di mana 24 = 10 dalam perwakilan heks */
if (b ≠ 0) then (q = b) else (q = 10)

while (q ≠ 0)
{
  if (p ≥ 11) then (p = p-11)          /* di mana 24+1 = 11 dalam perwakilan heks */
  p = p+p
  q = q-1
}

```

dengan semua pemalar (constant) ditulis dalam perwakilan heks. Pemboleh ubah (p, q) adalah nilai perantaraan (intermediate) bertanda (signed) 6-bit dalam julat  $[-20, 1F]$ , dengan nilai negatif dalam perwakilan pelengkap-2.

Implemenkan kenyataan *if* pertama yang mengaitkan input luaran a dengan daftar (register) p, termasuk litar pengesan-sifar untuk pengujian syarat dalam kenyataan tersebut. Gunakan komponen SSI and MSI yang bersesuaian.

(4 markah)

- (b) Implemenkan litar gabungan yang diperlukan untuk menguji syarat ( $p \geq 11$ ) dalam gelung (loop) *while*. Penyelesaian anda patut menjanakan isyarat kawalan 1-bit sekiranya ( $p \geq 11$ ) adalah benar.

(5 markah)

- (c) Lakukan terjemahan algoritma dari bahagian (a) kepada format carta ASM, dan spesifikasikan semua isyarat kawalan dan operasi pemprosesan data yang diperlukan. Gunakan bilangan petak keadaan (state box) yang terminimum.

(6 markah)

- (d) Seterusnya lakarkan gambar rajah keadaan yang setara bagi carta ASM yang terhasil. Dapatkan ungkapan Boolean yang terminimum bagi semua input FF yang diperlukan. Gunakan FF jenis pilihan anda; dan juga komponen SSI and MSI yang bersesuaian.

(6 markah)

- (e) Ubahsuaikan gambar rajah keadaan untuk merangkumi semua keadaan tak-tersebar. Berikan huraian tentang ciri swa-betul reka bentuk anda.

(4 markah)

5. (a) CPU tertentu mempunyai sokongan untuk:
- Arahan aritmetik ADD, SUB, MUL dan DIV
  - Arahan pemindahan data LD, ST dan MOV

Tulis atur cara pseudo-himpunan (assembly) untuk melaksanakan kenyataan berikut:

$$X = (A \times B - C/D) \times (E + F)$$

dengan  $M[i]$  untuk  $i = \{A, B, C, D, E, F, X\}$  sebagai lokasi storan ingatan untuk operan, dan daftar  $R_i$  (dengan  $i = 0 \dots 3$ ). Andaikan set arahan memberi penekanan kepada operasi daftar-ke-daftar, dan manipulasi data menggunakan arahan tiga-alamat.

(5 markah)

- (b) Implemenkan kenyataan dalam bahagian (a) dengan semua operasi manipulasi data dalam bentuk dua-arahan.

(5 markah)

- (c) Implemenkan kenyataan dalam bahagian (a) dengan semua operasi manipulasi data dalam bentuk satu-arahan yang digunakan bersama sesuatu pengumpul (accumulator) ACC. Nyatakan pengubahsuaian yang diperlukan untuk arahan LD dan ST.

(5 markah)

- (d) Implemenkan kenyataan dalam bahagian (a) dengan semua operasi manipulasi data dalam bentuk sifar-arahan yang digunakan bersama sesuatu tindanan (stack). Nyatakan dan gunakan arahan pemindahan data yang setara dengan LD dan ST.

(5 markah)

- (e) Bincangkan timbal-balik (trade-off) reka bentuk berkaitan dengan keperluan perkakasan untuk membenarkan skema pengalamatan dalam (a), (b), (c) dan (d). Anda juga sepatutnya membincangkan isu senibina *ingatan-ke-ingatan*, *daftar-ke-daftar* dan *daftar-ingatan*.

(5 markah)